MÓDULO I: CAMBIO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

1-Medio Ambiente y Cambio Global

Los términos Cambio Global y Cambio Climático son conceptos relativos a la problemática ambiental que nos afecta, especialmente desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días en el siglo XXI.

Para entender y contextualizar estos términos, tenemos que hacer referencia, en primer lugar, a lo que se entiende por problemática ambiental.

Vamos a definir primero el concepto de "Medioambiente". Hay muchas definiciones, pero vamos a analizar la que indica la Real Academia de la Lengua Española.

"*Conjunto de circunstancias o factores físicos y biológicos que rodean a los seres vivos e influyen en su desarrollo y comportamiento*" (RAE)

Se trata de una definición incompleta, ya que no incluye a los factores químicos, además de físicos y biológicos, que rodean a los seres vivos. Tampoco tiene en cuenta a los factores sociales, económicos y culturales que deben entrar en el concepto de medioambiente. Por último, es necesaria una alusión al término "ecosistema" para definir al medioambiente de una forma más interactiva y holística.

El término medioambiente lo podríamos definir así de la siguiente forma:

"Conjunto de factores físicos, químicos y biológicos, sociales, económicos y culturales que condicionan tanto la vida de los seres vivos como su entorno, afectando al desarrollo y comportamiento de sus ecosistemas".

Ya decíamos que el "Cambio Global" hace referencia a una problemática ambiental, de carácter global tal como su adjetivo indica, y seguramente ya has oído hablar de este concepto, pero en este apartado vamos a trabajar un poco más sobre él y los elementos que nos ayudan a entenderlo.

> "Los procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en el sistema Tierra están conectados entre sí y entre la Tierra, océano y atmósfera.La maquinaria de la biosfera ha venido funcionando dentro de dominios caracterizados por límites bien definidos y patrones periódicos. Sin embargo, este funcionamiento está siendo perturbado como consecuencia de la actividad humana"
> *- "Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra" – Duarte, Carlos M. CSIC-2006*

Los procesos físicos, químicos y biológicos básicos para el funcionamiento del sistema Tierra se podrían simplificar en los siguientes:

- El ciclo del Agua

- El ciclo del Carbono, el ciclo del Nitrógeno, y el ciclo de otros elementos determinantes para el funcionamiento del sistema Tierra
- El Clima
- Las funciones ecosistémicas de los seres vivos

Con todos estos elementos ya podemos entender la definición de "Cambio Global".

"El Cambio Global es el conjunto de cambios ambientales afectados por la actividad humana, con especial referencia a cambios en los procesos que determinan el funcionamiento de los sistemas naturales. Las actividades, aun realizadas localmente, tienen efectos que trascienden el ámbito local o regional para afectar al funcionamiento global del planeta".(CENEAM)

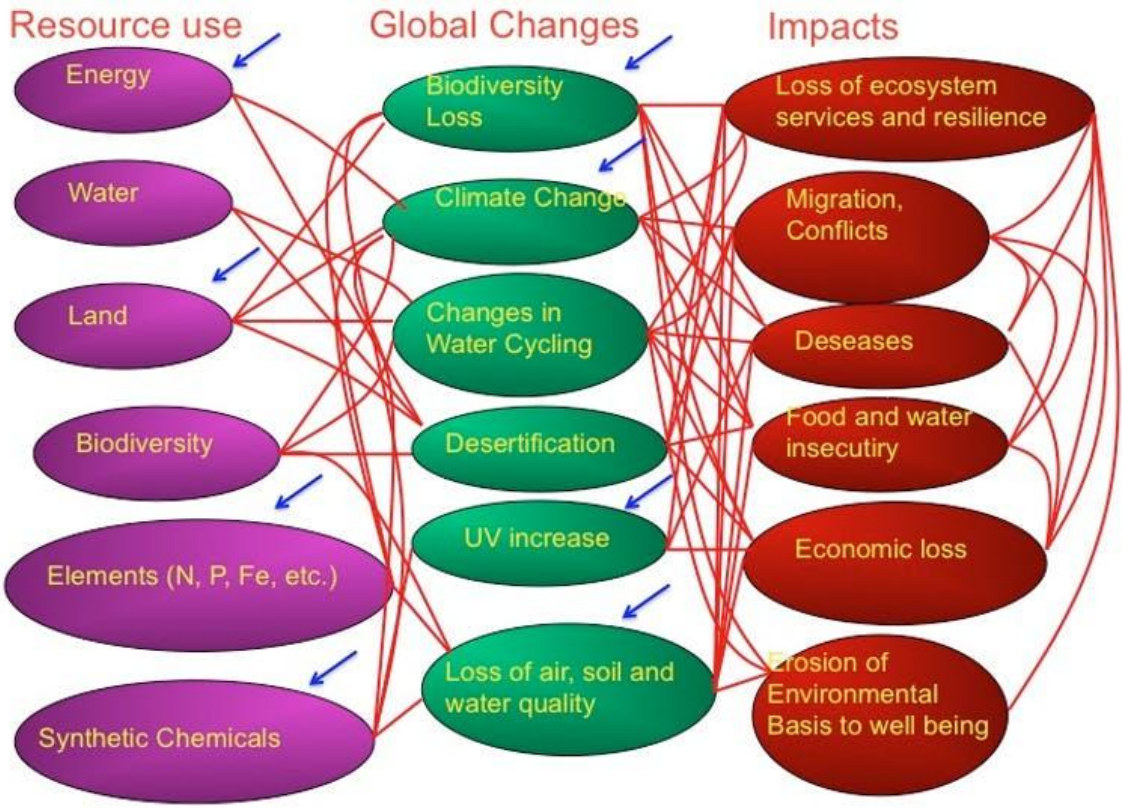
Si desmembramos un poco esta definición tenemos que:

- Incluimos a los cambios ambientales, especialmente a los que alteran los procesos que determinan el funcionamiento de los sistemas naturales. Ya hemos visto los procesos básicos que determinan el funcionamiento de los sistemas naturales. Esos cambios ambientales de los que se habla, tienen que ver con:
  - Perturbaciones en el ciclo del agua.
    Ejemplo, sobreexplotación de acuíferos que provoca una disminución de la calidad del agua, una disminución del agua disponible para las aguas fluviales y para los ecosistemas que dependen de ellas
  - Perturbaciones en los ciclos de los elementos (ciclo del Carbono, ciclo del Nitrógeno, ciclo del Azufre)
    Ejemplo, la alteración del ciclo del Carbono con las emisiones de CO_2, provocando alteraciones y ocasionando graves cambios en el Clima.
  - Desertificación y cambios en el uso del suelo.
    Ejemplo disminución de la biodiversidad por alteración de **hábitats.**
  - Disminución de la **Biodiversidad** y alteración de los ecosistemas
    Ejemplo, alteración de los ecosistemas, aparición de plagas, daños a la agricultura, pesca, turismo….

- Estos cambios ambientales se pueden producir de forma local, en un territorio concreto, pero sus efectos son globales o planetarios. Además, tienen un impacto no lineal sobre los sistemas físico-químicos, biológicos y sociales. Esto quiere decir que tanto los distintos cambios ambientales como sus impactos sobre los sistemas físico-químicos, biológicos y sociales interactúan, a veces retroalimentándose entre sí.

  Si queremos hablar del Cambio Climático como uno de los cambios del "Cambio Global", éste se produce sobre un proceso (el clima) que

determina el funcionamiento de los sistemas naturales. Extendiéndonos un poco en este punto, podemos decir que la actividad humana actúa sobre algunos determinantes del clima, en concreto aumentando la concentración atmosférica de “Gases de Efecto Invernadero”. Al ser el clima un factor determinante de los procesos naturales, un cambio sobre el mismo determina grandes impactos en la vida sobre la Tierra. Los diferentes cambios ambientales, además del cambio climático, interactúan entre sí y a su vez con los impactos que provocan ellos mismos, determinando sinergias de las que hablamos en el párrafo anterior, y conduciendo a panoramas difíciles de predecir por la ciencia.



Carlos Duarte *“What is Global Change”* (Revista “*The Conversation*”)

Causas del Cambio Global. Huella ecológica

¿Qué está ocurriendo para que se estén alterando tantos procesos determinantes en la vida sobre la Tierra?
Todas las actividades humanas impactantes sobre nuestro entorno están determinadas por el consumo de recursos del planeta y por el modo en que gestionamos los residuos que se generan al procesar y usar estos recursos. A mayor población humana mayor será el consumo de recursos. Si además nuestro modelo de consumo está basado en recursos no renovables o en un modelo no sostenible, el "Cambio Global" será inevitablemente mayor.

Resumiendo, los factores que determinan un mayor impacto del Cambio Global son:

- Crecimiento poblacional
- Estilo de vida de una parte de la población, basado en el aumento progresivo del consumo de recursos por persona y en el uso de combustibles fósiles como fuente principal de Energía
- Cambios en el uso del suelo y uso indebido de las tecnologías

El aumento de todos estos factores se disparó tras la revolución industrial, en la segunda mitad del siglo XIX, pero este cambio global se agrava desde mediados del siglo pasado (siglo XX). Por todo esto, se ha dado nombre a la etapa geológica durante la cual la humanidad ha ejercido y ejerce un impacto decisivo sobre los procesos naturales: el **Antropoceno**.

Anteriormente al Antropoceno ha habido cambios, por supuesto, pero nunca se han producido a tanta velocidad.

Los factores comentados anteriormente: el aumento de la población, el estilo de vida consumista de una parte de la población y el cambio en el uso del suelo, determinan un consumo exacerbado de los recursos del planeta.

Para medir la sostenibilidad en el consumo de recursos, y por tanto en la conservación de un planeta apto para la vida en la Tierra, usamos un indicador de sostenibilidad: **la Huella Ecológica**.

La huella ecológica integra los impactos que ejerce una comunidad humana sobre su entorno. ¿Qué es la Huella Ecológica? Es la superficie de terreno, biológicamente productivo, necesaria para producir los recursos que usamos en nuestras actividades diarias y para asimilar los residuos que producen las mismas. Aquí entra desde la superficie de los terrenos construidos que usamos a diario (vivienda, edificios públicos o comerciales, carreteras, centrales eléctricas, fábricas, aeropuertos, etc…) la superficie empleada para producir los bienes que consumimos (minería, cultivos, pastos, pesca, bosques madereros, etc…) y la superficie de bosque necesario para asumir todo el CO2 que generamos (falta la superficie necesaria para la gestión de los residuos y su asimilación). El resultado de estos cálculos se expresa en Hectáreas Globales por Habitante (HGpC)

Si comparamos la huella ecológica con la superficie productiva disponible por habitante, obtendremos un índice de sostenibilidad.

Así, si nuestro modelo de consumo y estilo de vida determina el uso de una superficie igual a la que nos corresponde, ese índice tendrá valor 1, y seremos **sostenibles**.

Según este concepto de Huella Ecológica, ahora mismocada persona necesita 1´7 hectáreas del planeta para mantener su estilo de vida. Pero no nos engañemos: **mientras un habitante de Afganistán, o de Haití tiene una huella de 0´5 HGpC, un habitante de EEUU tiene una de 9´5.** (Global Footprint Network - 19/09/2019)

De ahí que se hable de "**Deuda Ecológica**", que es una deuda contraída por los países más industrializados debido **al deterioro ambiental que generan en otros países donde extraen recursos naturales o a las emisiones desproporcionadas a la atmósfera de gases con efecto invernadero**.

2- Cambio Climático. Un gran problema de nuestra sociedad.

Hablando del Cambio Global, generado por el consumo exacerbado de nuestros recursos, surgeuna de sus principales problemáticas; el Cambio Climático. **Está reconocido como el mayor problema al que se enfrenta la humanidad en nuestro siglo XXI.**

Sabemos que el cambio climático tiene **carácter global**, y también que debemos conocer muy bien todos los factores que inciden sobre el mismo y sus impactos en nuestra sociedad. Solo de este modo podremos trabajar con estos conceptos y con las aptitudes y actitudes que pretendemos mejorar en el alumnado y el resto de la comunidad educativa.

2.1 Bases científicas del Cambio Climático

El Cambio Climático es uno de los problemas globales que forma parte del Cambio Global. Si recordamos, se trata de un problema que altera a un proceso básico para el funcionamiento de nuestro sistema Tierra: **el sistema climático. Este sistema ha sufrido cambios a lo largo de la Historia, pero ninguno se ha producido de forma tan rápida, alterando a los demás procesos que determinan la vida en la Tierra, y con ello, a todas las formas de vida, incluida la nuestra**.

Las anomalías del sistema climático que están determinando en mayor medida el cambio climático son, según el IPCC*, **el aumento del Efecto Invernadero.**

¿Qué es el "Efecto Invernadero"?

Es un efecto natural y necesario, que se produce en nuestro planeta, debido a la presencia de determinados gases en la atmósfera.

La atmósfera es una capa de gases necesaria para la vida en la Tierra, que nos protege de las radiaciones perjudiciales y de temperaturas extremas.

El Sol emite unas radiaciones de onda larga que atraviesan la atmósfera, y cuando llegan a la superficie terrestre la calientan. Este calor es emitido de nuevo hacia la atmósfera, y es retenido por unos gases. Se evita así que el calor escape hacia el espacio. Estos gases que retienen el calor producen el **"Efecto Invernadero"**, necesario para que haya vida en la Tierra. **Sin Efecto Invernadero, la temperatura media del planeta sería de unos 18º bajo cero**. Gracias a los **GEI (Gases de Efecto Invernadero),** la temperatura media es de **15º sobre cero**.Si se produce un **aumento de los GEI** por encima de unos niveles promedios, esto provocará un aumento desmedidodel Efecto Invernadero, determinando un **calentamiento global.**

Los Gases de Efecto Invernadero

No todos los GEI contribuyen de igual forma al calentamiento global, ni por la cantidad en que se emiten ni por el poder de calentamiento que tienen. El Protocolo de Kiotorecoge solo los siguientes:

- **Dióxido de carbono (CO_2)**. Principal responsable del calentamiento global. Se emite al quemar combustibles fósiles y con los incendios.
- **Metano (CH_4).** Se libera al descomponerse la materia orgánica en ausencia de oxígeno (pantanos, vertederos, cloacas, etc.) y en actividad ganadera.
- **Óxido Nitroso (N_2O**) Propio de la actividad industrial y del uso de fertilizantes agrícolasnitrogenados,cuenta con un alto potencial de calentamiento.
- **Hidrofuorocarbonos (HFC), Perfuorocarbonos (PFC), Hexafuoruro de**

  azufre (SF6) Se trata de gases artificiales creados por la industria para usos específicos (relleno de pelotas de tenis, conducción de equipos de alta tensión,refrigerantes, etc.). Permanecen mucho tiempo en la atmósfera y tienenun elevadísimo potencial de calentamiento.

Gas	Fuente emisora	Persistencia de las moléculas en la atmósfera (Años)	Potencia de calentamiento global
Dióxido de carbono (CO_2)	Quema de combustibles fósiles, cambios en los usos de suelo, producción de cemento, centrales térmicas, etc.	Variable. Entre 2 y 500	1
Metano (CH_4)	Producción y quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos, etc	12	21
Óxido nitroso (N_2O)	Quema de combustibles fósiles, agricultura, cambio en los usos del suelo, etc.	114	310
Clorofluorocarbonos (CFCs) Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas, etc.	De 1,4 a 250	120 a 12.000
Tetrafluorometano CF_4	Producción de Aluminio.	Más de 50.0000	5.700
Hexafloruro de azufre (SF_6)	Aislantes eléctricos, acristalamientos, pelotas de tenis, etc.	3.200	22.200

Potencial de calentamiento de los Gases de Efecto Invernadero

Fuente: IPCC (2007) y el PNUMA (2005)

2.2 Causantes del Cambio Climático

Según hemos indicado anteriormente, el principal motivo del Cambio Climático es el aumento del Efecto Invernadero, debido éste a la emisión de los GEI

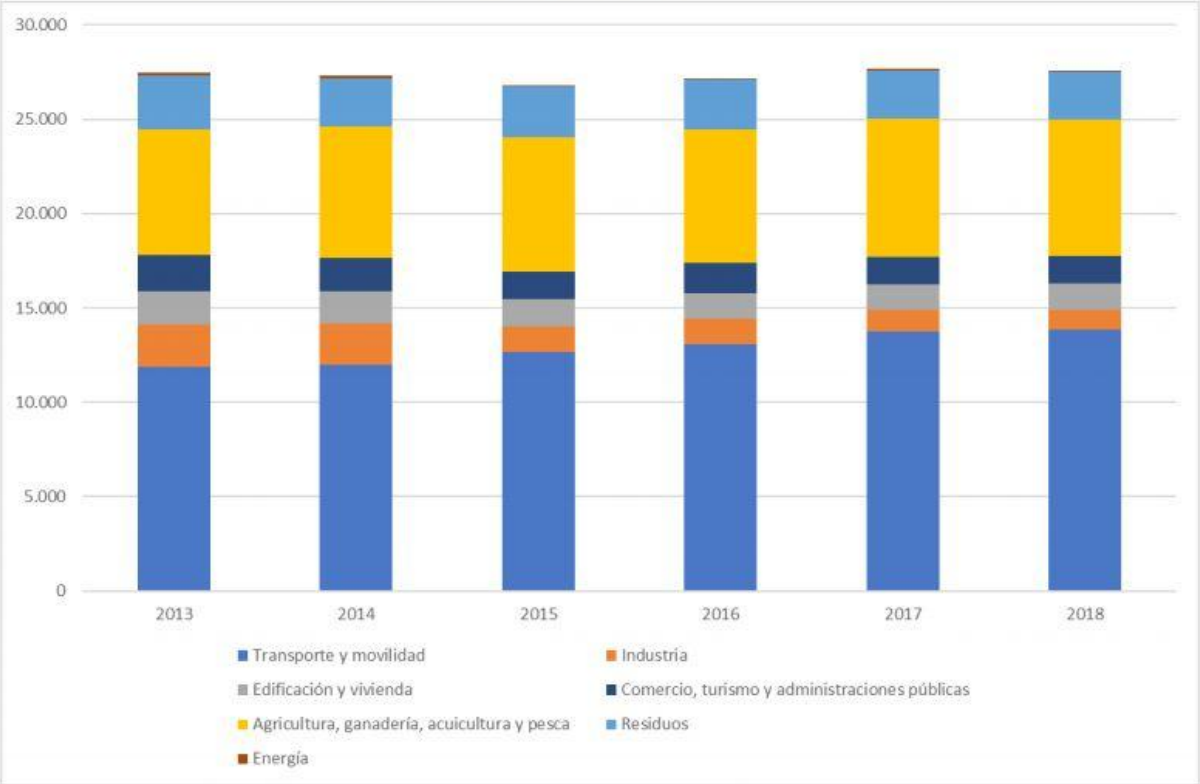
El ser humano emiteGEI en la mayoría de sus procesos debido a su modelo de desarrollo y consumo de recursos. Podemos determinar dos fuentes principales de emisiones.

- **Fuentes fijas**: producidas por las grandes industrias (centrales térmicas, refinerías, siderurgia, cementeras, papeleras, etc.), que emiten aproximadamente la mitad de los GEI de España.

- **Fuentes difusas**: corresponden a las emisiones de GEI realizadas por el resto de sectores. Se incluyen en este grupo

los sectores residencial, comercial, agrario, institucional, y el más importante de todos, el sector del transporte.
A continuación, mostramos una tabla donde se indica el tipo de emisión según el área estratégica y un gráfico con la evolución de las emisiones difusas por área estratégica en Andalucía.(Fuente: Plan Andaluz de Acción por el Clima 2020)

Figura 33. Evolución de las emisiones difusas de Andalucía por área estratégica ($KtCO_{2\text{-eq}}$)



Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990 – 2018, CAGPDS. Elaboración propia.

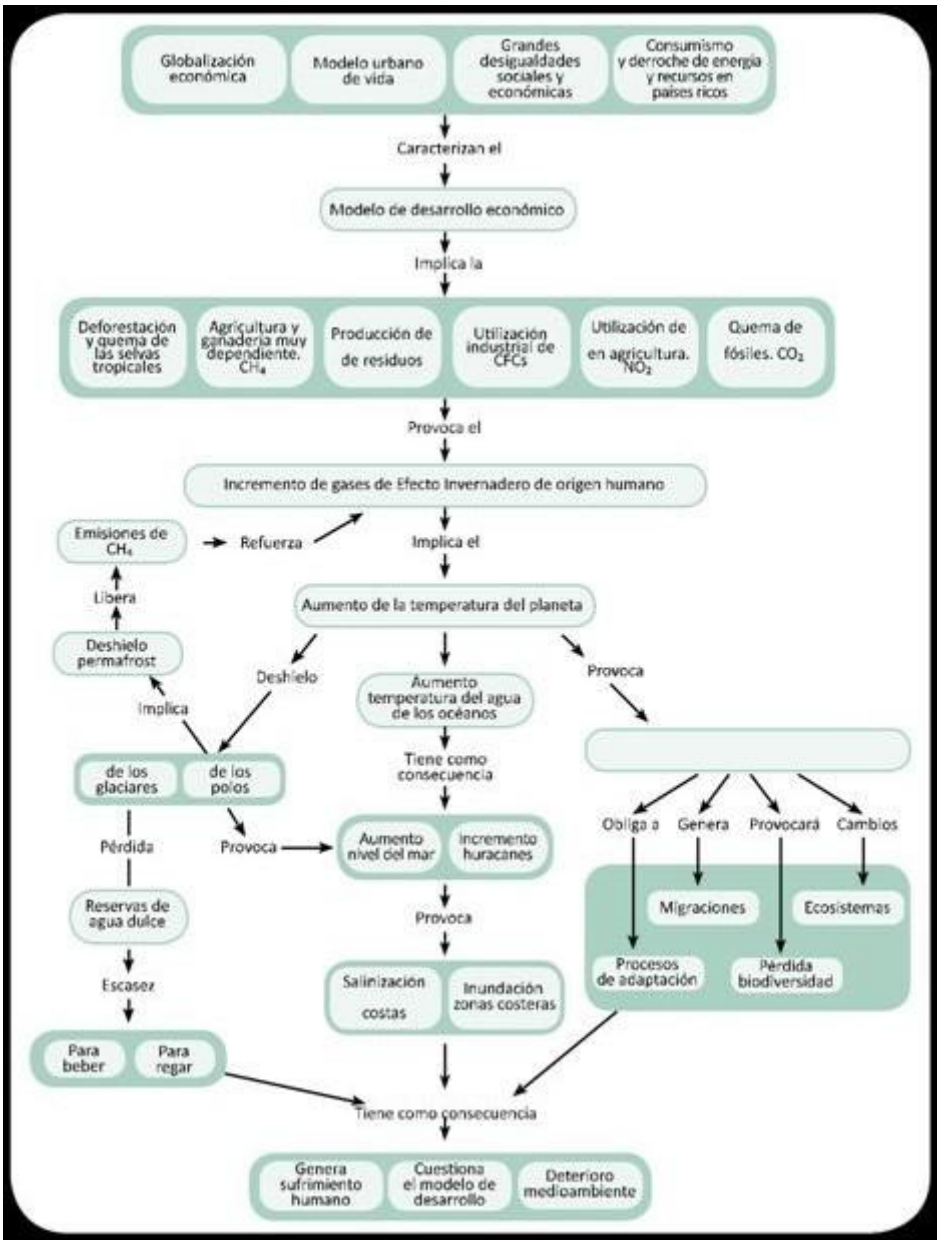
Tabla 1. Fuentes de emisión y GEI por área estratégica

Área estratégica	Fuente/s de emisión	GEI
Transporte y movilidad	Transporte por carretera (Turismos, vehículos pesados y autobuses)	CO_2
	Transporte marítimo mercante	CO_2
Agricultura, ganadería, acuicultura y pesca	Gestión de suelos agrícolas (Uso de fertilizantes inorgánicos y orgánicos, depósitos de orina, estiércol animales de pastoreo, volatilización y lixiviación del nitrógeno utilizado como insumo en la agricultura)	N_2O
	Fermentación entérica (Bovino, ovino, caprino, porcino, equino, mulas, asnos)	CH_4
	Agricultura, silvicultura y pesca (Tractores, cosechadoras y otra maquinaria agrícola y forestal)	CO_2
	Gestión del estiércol	CH_4 N_2O
Residuos	Depósitos en vertederos (Descomposición anaerobia de los residuos)	CH_4
	Tratamiento de aguas residuales	CH_4 N_2O

Fuente: elaboración propia

2.3Consecuencias y Evidencias del Cambio Climático.

Las consecuencias del Cambio Climático son complejas ya que, en muchas ocasiones, son reflejo de acciones directas del aumento del Efecto Invernadero combinadas con otras consecuencias del Cambio Climático o del Cambio global.Para observar las consecuencias del cambio climático, te ofrecemos un esquema conceptual con relaciones causa-efecto del calentamiento global e interrelacionándolas entre sí.



Fuente: Guía didáctica de Educación Ambiental y Cambio Climático 2011. Consejería de Medioambiente

Evidencias del Cambio Climático

Las consecuencias del cambio climático, basadas en el anterior esquema, y que evidencian que se trata de un fenómeno real son:

1- Aumento de la temperatura media del planeta. Únicamente desde 1880 a 2012, un periodo insignificante a escala geológica, la temperatura media global se ha incrementado en 0´85ºC. La consecuencia más evidente ha sido la pérdida masiva de las masas de hielo del planeta, con el consiguiente aumento del nivel del agua del mar, que subió 0'19m entre 1901 y 2010.

2- Cambios fenológicos, es decir, cambio de comportamiento de especies vegetales y animales: aves que no emigran, plantas que florecen en épocas que no les corresponden, proliferación de especies invasoras o plagas y por supuesto pérdida de biodiversidad.

3- Aumento de los acontecimientos atmosféricos extremos. Los huracanes y temporales han ganado en frecuencia e intensidad y otro tanto cabe decir de las olas de calor o de la persistencia de las sequías

4- Pérdida de hielo y subida del nivel del mar (mantos de hielo de Groenlandia, Antártida, glaciares, hielo del Ártico y el permafrost se funde. Además, el mar se expande ya que absorbe más del 80% del calor añadido al sistema climático.

5- Impactos sobre la vida humana. El rendimiento de muchos cultivos o de las capturas pesqueras, y por tanto de la producción de alimentos, se está viendo gravemente afectado por el cambio climático. También la salud y el bienestar de los seres humanos son muy sensibles a las consecuencias de este cambio. Y podemos hablar por último de las migraciones humanas que ocasiona el cambio climático al dificultar por ejemplo el acceso al agua potable o al ocasionar la inhabitabilidad de algunas regiones.

2.4 Escenarios climáticos futuros

Estas evidencias del cambio climático se van a ir agravando con el tiempo si no lo paramos. A nivel internacional, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) creado por la ONU en 1988, analiza de forma exhaustiva,

objetiva, abierta y transparente, la **información científica, técnica y socioeconómica relevantepara entender el riesgo** que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles **repercusiones** y las posibilidades de **adaptación y atenuación** del mismo. En nuestro país, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y otros organismos autonómicos comenzaron a trabajar hace años en la predicción del clima a largo plazo, apoyándose en los datos del IPCC igualmente.

Las predicciones en Andalucía indican:

- Sequías cada vez más frecuentes y prolongadas que afectarán al caudal de nuestros ríos y al volumen de nuestros pantanos.

- Si no llueve habrá especies vegetales que se adapten mejor que otras al nuevo clima y sobrevivan a los cambios. Un ejemplo es el matorral, que crecerá en nuestros bosques y no dejará que otros árboles, como el pinsapo que vive en la Serranía de Ronda y el pino silvestre, tan abundante hasta ahora en todas las sierras andaluzas, cubran el campo de verde.

-Los veranos serán cada vez más calurosos. Las temperaturas subirán una media de 2º y 5º centígrados. En concreto, las zonas donde hará más calor serán los pueblos del norte de Jaén, Granada y Córdoba. En cambio, la Costa del Sol y Almería seguirán con temperaturas parecidas a las actuales.

-La subida de las temperaturas hará que los polos se vayan derritiendo y el resultado será el aumento del nivel del mar que afectará también a la costa de Andalucía, siendo esta subida más pronunciada en el litoral mediterráneo que en el atlántico.

- Y si el nivel del mar sube, muchas especies vegetales y animales que viven junto a las playas o en Parques Naturales cercanos a la costa, como el Parque Natural de la Breña, en Cádiz, o el Parque Natural Cabo de Gata, en Almería, tendrán que buscar un hábitat más apropiado a sus necesidades. Por ejemplo, el lince ibérico, que ha vivido siempre en el Parque Natural de Doñana, podría extinguirse.

2.5 Respuestas: Mitigación, Adaptación y Comunicación

Para que los escenarios anteriores no se acaben convirtiendo en realidad o tengan impactos más atenuados sobre nuestros sistemas sociales y humanos, debemos aunar fuerzas en varios sentidos:

- **Mitigación**: reduciendo la emisión de GEI desde los distintos sectores que emiten estos gases.
- **Adaptación**: estableciendo mecanismos de adaptación a las inevitables amenazas a las que nos exponemos.

- **Comunicación**: para sensibilizar e informar objetivamente a la ciudadanía, la cual tiene un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático.

En Andalucía, tenemos el Plan Andaluz de Acción por el Clima; un documento político que reúne las respuestas de acción frente a la problemática del cambio climático.La edición 2020 está en versión borrador, a la espera del proceso de información pública y de evaluación de alegaciones para salir la edición definitiva.

Si quieres conocer mejor las estrategias de respuesta frente al Cambio Climático que se toman en Andalucía, te recomendamos consultes el siguiente enlace.

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/normativa_en_elaboracion/20/11/Borrador%20PAAC_Inf.Publica.pdf

Figura 81.Objetivos estratégicos y sectoriales del PAAC

Fuente: elaboración propia